

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-333757

(43)Date of publication of application : 21.11.2003

(51)Int.Cl.

H02J 7/00  
H01L 31/04  
// H01M 14/00  
H01M 16/00

(21)Application number : 2002-138211

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 14.05.2002

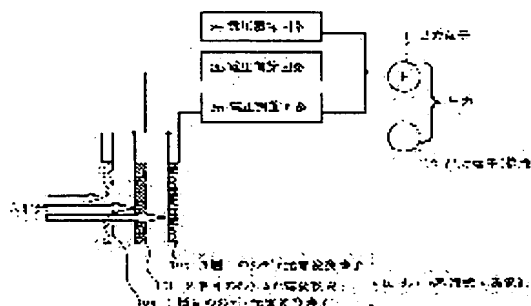
(72)Inventor : ENOMOTO TADASHI  
HONDA TOSHIO

## (54) POWER SOURCE APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power source apparatus constituted so as to take out the output of a plurality of batteries having different output characteristics through common terminals and to suppress the decrease of the energy efficiency due to the connection between the batteries as much as possible.

SOLUTION: The plurality of the batteries 10a to 10c having different output voltages and output currents are connected so that the outputs of the batteries are outputted to the terminals 4, 5 so as to satisfy the relation of parallel connection after the output is regulated to the same output voltage. Since the output of the batteries are output in parallel, there is no inconvenience of limiting the output current of the entire power source of the batteries having small output currents different from a series connection. Since the output is regulated to the same output and connected, a problem such as a reverse current or the like does not occur. When this is applied to a tandem solar cell, light absorption wavelength characteristics can be allocated so as to utilize the solar light to the maximum efficiency, and even when the wavelength distribution of the solar light is largely deviated from the standard distribution, the photoelectric energy conversion efficiency is not lowered.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE LEFT BLANK**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-333757

(P2003-333757A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003. 11. 21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 J 7/00	3 0 2	H 0 2 J 7/00	3 0 2 C 5 F 0 5 1
H 0 1 L 31/04		H 0 1 M 14/00	P 5 G 0 0 3
// H 0 1 M 14/00		16/00	5 H 0 3 2
16/00		H 0 1 L 31/04	K
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-138211(P2002-138211)

(22) 出願日 平成14年5月14日 (2002. 5. 14)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 榎本 正

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 本多 俊夫

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100076059

弁理士 逢坂 宏

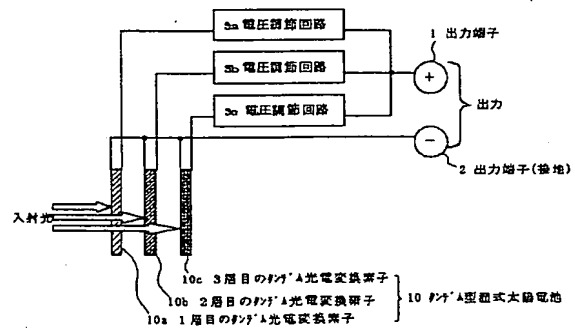
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置

(57) 【要約】

【課題】 出力特性の異なる複数の電池の出力が共通の端子から取り出され、しかも、電池間の接続によるエネルギー効率の低下が極力抑えられるように構成された電源装置を提供すること。

【解決手段】 出力電圧及び出力電流が異なる複数の電池 10a~10c の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように端子 4、5 に出力されるようにする。各電池の出力が並列に出力されるので、直列接続と異なり、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限するという不都合がない。また、同一の出力電圧に調節された上で接続されるので、逆流等の問題点が生じることもない。タンデム型太陽電池に応用した場合には、各タンデム光電変換素子に対し、太陽光を最大効率で利用できるように光吸収波長特性を割り当てることができ、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、光電エネルギー変換効率が低下することがない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 出力特性の異なる複数の電池が互いに並置され、前記複数の電池の各出力が互いに同一の電圧に調節され、これらの出力が共通の端子から取り出されるように構成された電源装置。

【請求項 2】 前記複数の電池がそれぞれの電圧調整回路を介して互いに並列に接続されている、請求項 1 に記載した電源装置。

【請求項 3】 前記複数の電池からの各出力が一旦コンデンサに蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された電圧調整回路によって、前記各コンデンサの蓄積電荷が前記同一の電圧として時分割で取り出される、請求項 1 に記載した電源装置。

【請求項 4】 前記複数の電池のそれぞれが複数個に分割され、これらの分割された電池の直列接続段数及び並列接続個数が調整される、請求項 1 に記載した電源装置。

【請求項 5】 前記複数の電池が光電変換素子である、請求項 1 に記載した電源装置。

【請求項 6】 前記複数の電池が、光の透過方向に積層され、かつ互いに異なる光吸収特性をもつ光電変換素子である、請求項 5 に記載した電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽電池（光電変換装置）や化学電池等の電池からなる電源装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】化石燃料に代わるエネルギー源として、太陽光を利用する太陽電池が注目され、種々の研究が行われてきた。太陽電池は、光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換装置の 1 種である。

【0003】現在最も普及している半導体の p n 接合、あるいは異種材料ヘテロ接合を利用する太陽電池では、例えば p n 接合に入射した光子のうち半導体のバンドギャップエネルギーよりも大きなエネルギーをもつ光子を吸収して、価電子帯の電子が伝導帯に励起され、同時に価電子帯には正孔が発生する。このように半導体内で発生した電子-正孔対は、p n 接合部に形成された内部電界により、電子が n 型半導体層の方に、正孔が p 型半導体層の方に移動し、起電力が発生する。

【0004】一方、新しい原理による太陽電池として、光誘起電子移動を応用した湿式太陽電池が知られている。図 9 (a) は、湿式太陽電池の一例の概略断面図である。この湿式太陽電池は、主として、ガラスなどの透明基板 11、ITO (Indium Tin Oxide) などの透明電極 12、酸化チタン TiO<sub>2</sub> などの半導体層 14、対向電極 17、半導体層 14 と対向電極 17 との間に保持された電解質層 16、基板 19 等で構成され、更に、半導体層 14 の電解質層 16 側表面には、ルテニウム錯体からな

る光増感色素等の、可視光領域付近に吸収スペクトルを有する光吸収物質 15 が吸着されている。

【0005】図 9 (a) の装置は、光が入射すると、対向電極 17 を正極、透明電極 12 を負極とする電池として動作する。その原理は次の通りである。

【0006】光吸収物質 15 が半導体層 14 に入射した光子を吸収すると、光吸収物質 15 中の電子が基底状態から励起状態へ励起される。光吸収物質 15 と半導体層 14 との間にはカルボキシル基等による電氣的結合が形成されているため、励起状態の電子はすみやかに半導体層 14 の伝導帯に移動し、半導体層 14 を経て透明電極 12 に到達する。

【0007】一方、光吸収物質 15 が電子を失って生じた陽イオンは、電解質層 16 の陰イオンから電子を受け取り、電氣的に中和される。電子を失った陰イオンは拡散により対向電極 17 に到達し、対向電極 17 から電子を受け取る。

【0008】上記のいずれの太陽電池でも、最も重要な特性の一つは、光エネルギーを電気エネルギーに変換するエネルギーの変換効率である。この変換効率を高める上で大きな問題点が存在する。

【0009】光子 1 個がもつエネルギーは、光の振動数に比例し、光の波長に対しては反比例する。太陽光等の通常の光には種々の波長の光が含まれているから、通常の光は種々のエネルギーをもつ光子の集まりである。

【0010】それに対し、物質中の電子は、量子力学的に決まる、その物質固有のいくつかのエネルギー状態しか取り得ない。従って、基底状態にある電子と励起状態にある電子とのエネルギー差、つまり、電子を基底状態から励起状態に励起するのに必要なエネルギーも、その物質固有の値として定まっている（以下、このエネルギーを「励起エネルギー E<sub>x</sub>」と呼び、それと等しいエネルギーをもつ光子の波長を λ<sub>x</sub> と記すことにする）。

【0011】p n 接合を利用する太陽電池では、価電子帯（基底状態）と伝導帯（励起状態）とのエネルギー差、即ちバンドギャップエネルギーが励起エネルギー E<sub>x</sub> である。湿式太陽電池では、光吸収物質の基底状態と励起状態とのエネルギー差が励起エネルギー E<sub>x</sub> である。

【0012】図 8 は、可視光付近のすべての波長の光を均等に含む光が太陽電池に入射した場合に、光エネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。

【0013】波長が λ<sub>x</sub> よりも長く、光子のエネルギーが励起エネルギー E<sub>x</sub> に満たない光は、電子を励起できないので吸収されず、そのエネルギーが電気エネルギーに変換されることもない。つまり、波長が λ<sub>x</sub> よりも長い光のエネルギーは、利用できず無駄になる（図 8 斜線部 (I)）。

【0014】一方、波長が λ<sub>x</sub> よりも短く、光子のエネ

ルギーが励起エネルギー  $E_x$  より大きい光が吸収されたとしても、電子によって獲得されるエネルギーが  $E_x$  を超えることはない。つまり、 $E_x$  を超える強力なエネルギーをもつ光によって励起しても、 $E_x$  を超えるエネルギーは、熱エネルギーになってしまい無駄になる（図8斜線部（II））。

【0015】 $E_x$  を小さくすると、斜線部（I）の無駄は小さくなるが、斜線部（II）の無駄が大きくなる。 $E_x$  を大きくすると、斜線部（II）の無駄は小さくなるが、斜線部（I）の無駄が大きくなる。このように、斜線部（I）及び（II）で示される利用できないエネルギーには、一方を小さくすると他方が大きくなるという二律背反の関係がある。

【0016】図9（b）は、図9（a）の湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。太陽から地球に降り注ぐ光は図9（b）に示す波長分布をもっている。単一の光吸収物質のみによる太陽電池では、上記の二律背反の関係のために、励起エネルギーに満たず無駄になるエネルギーと励起エネルギーを超えて無駄になるエネルギーとの総和が最小になるように励起エネルギー  $E_x$  を選んでも、エネルギー変換効率の最大値は約33%を超えることはできない。

【0017】このような二律背反の関係を克服して、より高いエネルギー変換効率を実現するために、異なる光吸収波長特性（つまり、異なる  $E_x$  ）をもつ複数の光電変換素子が光の透過方向に積層されたタンデム型太陽電池が提案されている（特開平11-273753号公報、特開2000-90989号公報、特開2000-100483号公報等；以下、タンデム型太陽電池において積層されている各光電変換素子をタンデム光電変換素子と呼ぶことにする）。

【0018】タンデム型太陽電池では、前段のタンデム光電変換素子で吸収できなかった波長の光を後段のタンデム光電変換素子で吸収することができ、光の吸収効率、ひいては、エネルギー変換効率を高めることができる。

【0019】図10（a）は、湿式太陽電池によるタンデム型太陽電池10の一例の概略断面図である。入射光に近い側から、3つのタンデム光電変換素子10a、10b、10cがこの順で積層されている。

【0020】各タンデム光電変換素子は、図9（a）に示した単層の湿式太陽電池とほぼ同様の構成をもつ。例えば、タンデム光電変換素子10aは、ガラス基板11、透明電極12a、半導体層14a、光吸収物質15a、電解質層16a、対向電極17a、スペーサ20（基板19に相当）とから構成されている。ただし、光吸収物質15aに吸収されなかった光が次のタンデム光電変換素子まで透過していけるように、対向電極17aやスペーサ20は、光が透過しやすい材質及び構造のも

のからなる。

【0021】広い波長範囲の光を高い変換効率で光電変換するためには、各タンデム光電変換素子の光吸収物質15a～15cの吸収波長は、互いに異なっていて、光の入射方向から遠い層の光吸収物質ほど、より長波長の光を吸収するものであることが望ましい。

【0022】例えば、光吸収物質15aとしてアントラキノン系イエロー色素、光吸収物質15bとしてアントラキノン系マゼンタ色素、光吸収物質15cとしてアントラキノン系シアン色素を用いる等である。

【0023】また、光吸収物質の電子が吸収した励起エネルギーができるだけ無駄にならず、半導体層の伝導帯電子のエネルギーとして保存され、電池の起電力として取り出せるように、半導体層14a～14cも光吸収物質15a～15cに合わせて最適化するのが好ましい。即ち、光吸収物質15a～15cのそれぞれに対しその励起エネルギーにできるだけ近いバンドギャップエネルギーをもつ半導体を組み合わせる。

【0024】例えば、波長の短い光を吸収する、励起エネルギーの大きい光吸収物質には、酸化チタン $TiO_2$ の代わりに酸化ジルコニウム $ZrO_2$ を組み合わせ、波長の長い光を吸収する、励起エネルギーの小さい光吸収物質には、酸化スズ $SnO_2$ を組み合わせる。

【0025】図10（b）は、このように構成されたタンデム型太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。図9（b）と比べると、タンデム型太陽電池では、単層の太陽電池では捨てていた太陽光の長波長成分を利用できるとともに、短波長成分のエネルギー変換効率も高まることがわかる。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】タンデム型太陽電池では、積層された各タンデム光電変換素子の電気出力を直列に接続し、各素子の出力電流が互いに等しくなるように、各素子が吸収する波長範囲を分割することが多い。

【0027】この方式では、標準となる太陽光の波長分布に対しては各素子からの出力電流が等しくなるように設定されているとしても、夏期と冬期、日中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合には、積層された各素子からの出力電流に大きな差が生じる。このような状態で各素子を直列につなぐと、光量不足で出力電流が小さい素子が電池全体の内部抵抗を増大させ、出力電流を制限してしまう不都合が生じる。

【0028】かといって、各タンデム光電変換素子を並列につなぐと、各素子の出力電圧が異なるため、最大電圧を出力する素子の電気エネルギーがそれ以外の素子の中を逆流して一部が消滅してしまうと言う問題点が生じる。

【0029】他の問題点は、各タンデム光電変換素子からの出力電流を等しくする波長分割パターンが、太陽光

10

20

30

40

50

を最大効率で利用するための波長分割パターンと、一般に一致しないことである。上記の方式では、直列接続という出力の取り出し方が、各タンデム光電変換素子に割り当てる光吸収波長特性を制限し、太陽光を最大効率で利用する上での障害になっている。

【0030】本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、出力特性の異なる複数の電池の出力が共通の端子から取り出され、しかも、電池間の接続によるエネルギー効率の低下が極力抑えられるように構成された電源装置を提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、出力特性の異なる複数の電池が互いに並置され、前記複数の電池の各出力が互いに同一の電圧に調節され、これらの出力が共通の端子から取り出されるように構成された電源装置に係わる。

【0032】本発明によれば、出力電圧及び出力電流が異なる前記複数の電池の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように共通の端子に出力される。

【0033】前記複数の電池の出力が並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、出力電流が小さい電池が電源全体の内部抵抗を増大させ、出力電流を制限してしまうという不都合がない。

【0034】また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が生じることもない。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明において、前記複数の電池がそれぞれの電圧調整回路を介して互いに並列に接続されるのがよい。

【0036】また、前記複数の電池からの各出力が一旦コンデンサに蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された前記電圧調整回路によって、前記各コンデンサの蓄積電荷が前記同一の電圧として時分割で取り出されるようにするのもよい。

【0037】また、前記複数の電池のそれぞれが複数個に分割され、これらの分割された電池の直列接続段数及び並列接続個数が調整されるように構成するのもよい。

【0038】本発明において、前記複数の電池が太陽電池等の光電変換素子であり、例えば、光の透過方向に積層され、かつ互いに異なる光吸収特性をもつ光電変換素子であるのがよい。

【0039】以下、本発明に基づく実施の形態を図面参照下に具体的に説明する。

【0040】実施の形態1

図1は、タンデム型湿式太陽電池10の各タンデム光電変換素子10a~10cの出力がそれぞれの電圧調整回路3a~3cを介して互いに並列に接続され、共通の出

力端子1と2の間に出力される電源装置を示す概略構成図である。

【0041】図10(a)は、タンデム型湿式太陽電池10の概略断面図である。タンデム型湿式太陽電池10では、ガラス基板11、2枚のスペーサ20、もう一方の基板19のそれぞれの中に、入射光に近い側から1層目にタンデム光電変換素子10a、2層目にタンデム光電変換素子10b、3層目にタンデム光電変換素子10cが保持されている。

【0042】スペーサ20は、光が透過しやすい材質と形状のもの、例えば透明なガラス板、あるいはポリエチレンテレフタレートやポリカーボネートなどの透明なプラスチック板とする。基板19は、光を透過させる必要はないので、不透明なガラス板、プラスチック板、セラミック板、金属板を使用してもかまわない。

【0043】各タンデム光電変換素子10a~10cは同じ構造をもち、それぞれ、ITO(Indium Tin Oxide)などからなる透明電極12a~12c及び対向電極17a~17c、酸化チタン $\text{TiO}_2$ などからなる半導体層14a~14c、光吸収物質15a~15c、電解質層16a~16c等によって構成される。

【0044】電解質層16a~16cとしては、電解質溶液、又はゲル状あるいは固体状の電解質が使用可能である。電解質溶液としては、 $\text{I}^-/\text{I}_2$ 等の酸化還元系(レドックス対)を含む溶液が挙げられる。具体的には、ヨウ素とヨウ化アンモニウムとをアセトニトリルなどの溶媒に溶解させた溶液を使用する。電池の側面は、エポキシ系熱硬化性樹脂、アクリル系紫外線硬化樹脂、水ガラス等の封止材18によって密閉される。

【0045】光吸収物質15a~15cの吸収波長は、互いに異なっていて、光の入射方向から遠い層の光吸収物質ほど、より長波長の光を吸収するものである。例えば、光吸収物質15aとしてアントラキノン系イエロー色素、光吸収物質15bとしてアントラキノン系マゼンタ色素、光吸収物質15cとしてアントラキノン系シアニン色素が用いられる。

【0046】電圧調整回路3a~3cとしては、昇圧型、降圧型、昇降圧型のいずれでもよく、低消費電力で高効率のものが好ましい。既存のDC-DCコンバータ回路を用いることができる。

【0047】図2に、一例として昇圧型チョップ方式定電圧回路の例を示す。タンデム光電変換素子からの出力電圧 $V_1$ は、入力端子51と接地端子52に入力され、所望の電圧に昇圧された出力電圧 $V_2$ は、出力端子53と接地端子54に出力される。

【0048】図2の左側の回路では、入力端子51と接地端子52の間にコイル55とスイッチングトランジスタ56とが直列に挿入されていて、トランジスタ56がONの状態にある間に電流 $I_1$ が流れ、コイル55にエネルギーを蓄積する。

【0049】図2の外まわりの回路、つまり、入力端子51と接地端子52の間にコイル55、ダイオード57、コンデンサ58が直列に挿入されている回路では、トランジスタ56がOFFの状態にある間に、コイル55の逆起電力によって昇圧された電流 $I_2$ が流れ、ダイオード57を経てコンデンサ58を充電するようになっている。この時、コイル55に蓄積されていたタンデム光電変換素子からの出力エネルギーは、コンデンサ58の充電エネルギーとして出力側に送り出される。

【0050】上記の2つの動作を切り換えるために、スイッチングトランジスタ56のベース端子に制御回路59から矩形波の制御パルスが印加される。

【0051】以下、電圧調節作用に重点を置いて、定常状態における図2の回路の動作を説明する。

【0052】トランジスタ56のベース端子に正のパルスが印加され、トランジスタ56がONの状態になると、タンデム光電変換素子からコイル55とトランジスタ56に電流 $I_1$ が流れ始める。少なくとも数サイクルの間 $V_1$ は一定とみなせるから、コイル55を流れる電流 $I_1$ は、次式のように、流れ始めからの時間に比例して増加する。

$$dI_1/dt = V_1/L$$

ここで、 $L$ はコイル55のインダクタンスである。

【0053】従って、トランジスタ56がON状態にある期間を $t_{on}$ 、ON状態の初めの $I_1$ の値を $I_{1s}$ 、ON状態の終了時の $I_1$ の値を $I_{1e}$ とおくと、次式の関係が成り立つ。

$$I_{1e} = I_{1s} + (V_1/L) t_{on}$$

【0054】トランジスタ56のベース電位が接地電位に落とされ、トランジスタ56がOFFの状態になると、コイル55の両端間に逆起電力 $V_L$ が誘起され、ダイオード57が導通状態になり、コイル55からコンデンサ58へ電流 $I_2$ が流れ始める。ダイオード57での電圧降下を無視すると、次の関係が成り立つ。

$$V_L = -(dI_2/dt) L$$

$$V_1 + V_L = V_0$$

【0055】ここで、コンデンサ58のリップル電圧は無視でき、 $V_0$ はほぼ一定とみなせるとすると、次式のように、電流 $I_2$ は、流れ始めからの時間に比例して減少する。

$$dI_2/dt = -V_L/L = -(V_0 - V_1)/L$$

【0056】従って、トランジスタ56がOFF状態にある期間を $t_{off}$ 、OFF状態の初めの $I_2$ の値を $I_{2s}$ 、OFF状態の終了時の $I_2$ の値を $I_{2e}$ とおくと、次式の関係が成り立つ。

$$I_{2e} = I_{2s} - (V_0 - V_1) t_{off}/L$$

【0057】コイル55の性質から、OFF状態の終了時の $I_2$ の値 $I_{2e}$ は上記 $I_{1s}$ に等しく、OFF状態の初めの $I_2$ の値 $I_{2s}$ は上記 $I_{1e}$ に等しいから、次の関係が成り立つ。

$$I_{1s} = I_{2e} - (V_0 - V_1) t_{off}/L \\ = (I_{1s} + V_1 t_{on}/L) - (V_0 - V_1) t_{off}/L$$

【0058】上式を整理すると、

$$V_0 = (t_{on} + t_{off}) V_1 / t_{off}$$

となり、入力電圧 $V_1$ が変化しても、 $t_{on}/t_{off}$ を調節することにより、出力電圧 $V_0$ を一定に保ち得ることがわかる。より具体的には、制御回路59が、出力電圧 $V_0$ をモニタして、所定の値からのずれに応じて矩形波パルスのデューティ比を増減することで、 $V_0$ は一定に保たれる。

【0059】電圧調整回路は必ずしもすべてのタンデム光電変換素子につける必要はなく、どれかひとつ基準となるタンデム光電変換素子を決めて、その他のタンデム光電変換素子に付けるだけでもよい。

【0060】本実施の形態では、各タンデム光電変換素子からの出力電流は並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、各素子からの出力電流を互いに等しくする必要がない。従って、太陽光を最大効率で利用できるように、各タンデム光電変換素子の光吸収波長特性を割り当てることができる。

【0061】更に、夏期と冬期、日中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限してしまうという不都合がない。

【0062】また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が生じることもない。

#### 【0063】実施の形態2

図3は、タンデム型湿式太陽電池10の各タンデム光電変換素子10a~10cによって発電されたエネルギーが一旦電荷として各コンデンサ4a~4cに蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された電圧調整回路3dによって、各コンデンサに蓄えられたエネルギーが同一の電圧をもつ電流として時分割で共通の出力端子1と2の間に出力されるように構成されている電源装置を示す概略構成図である。

【0064】このスイッチトキャパシタ方式の出力方式は、実施の形態1の出力方式の変形とみなし得るものである。各タンデム光電変換素子10a~10cの電圧調整後の出力が共通の出力端子1に同時に接続されることはないので、厳密な意味では出力が並列接続されていると言えないが、各タンデム素子10a~10cが共通の出力端子1に対して対等の関係で並置されている点で並列の関係を満たしており、並列接続の変形と言える。

【0065】更に言えば、両者の違いは、実施の形態1では、タンデム光電変換素子と同数の電圧調節回路3a~3cを設け、すべてのタンデム素子の出力を常時電圧調節しているのに対し、実施の形態2では、複数の電圧調節回路の機能を1つの電圧調節回路3dに集約し、各

タンデム光電変換素子の出力を時分割で電圧調節している点のみである。実施の形態2のコンデンサ4a~4cは、処理を待つ間の各タンデム光電変換素子10a~10cからの出力を一時的に保存するために付加されたものである。

【0066】従って、電圧調節回路3dとしては、実施の形態1で用いられるものとはほぼ同様のものを用いることができる。ただし、限られた時間内で処理を終えなければならないから、その応答速度の速い回路であることが必要である。

【0067】電圧調節回路3dの入力を切り換える方式としては、公知の半導体スイッチを用いたマルチプレキサがよい。ただ、原理的にはこれに限るものではなく、接点を切り換える機械式スイッチも使用可能である。

【0068】みかけは違っても、各タンデム光電変換素子の出力が並列の関係を満たすように共通の端子に出力される点は、実施の形態1と同じであるから、実施の形態1に記述したと同様の効果が得られるのは、言うまでもない。

#### 【0069】実施の形態3

図4は、各光電変換層のタンデム光電変換素子10a~10cがあらかじめ同じ大きさの多数の小型セルに分割され、小型セルの接続関係の設定のみで各層ごとに互いに同一の出力電圧が形成され、それらが並列の関係で共通の端子1と2の間に出力されるように構成された、実施の形態3の電源装置を示す概略構成図である。ここでは、実施の形態1や2と異なり、昇降圧回路等の電圧調節回路は用いなくてよい。

【0070】図4中の二重線の接続線は、直列と並列の併用により小型セルがマトリックス的に接続されていることを表し、実際には、小型セルが一定個数直列に接続されたものが複数あり、それらが互いに並列の関係で接続されている（以下、このマトリックス的に接続された小型セル全体を電池マトリックスと呼ぶことにする）。

【0071】電池マトリックスの出力電圧は、各層の起電力と小型セルの直列接続段数の積となる。各層の電池マトリックスの出力電圧を互いに同一になるようにするには、各層の起電力を考慮して、適切な直列段数及びそれを可能とする小型セルへの分割数を決めなければならない。

【0072】以下、その決定の順序を説明する。例えば、1層目の起電力が0.6V、2層目の起電力が0.4V、3層目の起電力が0.3Vであるとする。6と4と3の最小公倍数は12であるから、共通の出力電圧を1.2V又はその整数倍1.2nV（nは整数）と定める。

【0073】説明を簡単にするため、出力電圧を1.2Vと定めたとする。その出力電圧を形成するために、1層目の小型セルは2個、2層目の小型セルは3個、3層目の小型セルは4個を直列に接続する必要があるから、

各光電変換層のタンデム光電変換素子10a~10cをあらかじめ（2と3と4の最小公倍数である）12個の小型セルに分割しておけばよいことになる。

【0074】図5は、各光電変換層のタンデム光電変換素子10a~10cが12個の小型セル6a~6cに分割され、各電池マトリックスが同一の出力電圧1.2Vを出力するように配線された状態を示す概略平面図である。各層の電池マトリックスの出力は、それぞれ、出力端子7a~7c及び8a~8cから取り出される。

【0075】直列段数の設定方法には2種類の方法がある。簡単なのは、上記のようにしてあらかじめ決定しておいた直列/並列配線パターンを使い、これに固定して以後は変更しない方法である。もう一つの方法は、入射光の波長分布の変化や電池の経年変化等により各層の起電力が変化した場合でも、電池マトリックスが同一の出力電圧を維持できるように、小型セルの直列/並列配線パターンを変化させ、直列接続段数を変化させる方法である。

【0076】後者の例を図6と7に示す。図6は、多接点のスライドスイッチを用いて、直列段数を切り換える回路の例である。スライドスイッチ62が点線の位置にあるとき、小型セル61が3段に直列接続された出力が出力端子63と64の間に出力される。一方、スライドスイッチが実線の位置にあるとき、小型セルが4段に直列接続された出力が出力端子65と66の間に出力される。

【0077】図7は、トランジスタを用いたゲート回路による直列段数切り換え回路の例である。トランジスタ72~76は、制御端子72a~76aに制御信号を印加してON、OFFを制御する。

【0078】トランジスタ72のみを導通させると、出力端子77と78の間には小型セル81の起電力が出力される。トランジスタ73と75のみを導通させると、出力端子77と78の間には小型セル81と82を直列につないだ電圧が出力される。トランジスタ74と75と76を導通させトランジスタ72と73を遮断すると、出力端子77と78の間には小型セル81と82と83を直列につないだ電圧が出力される。

【0079】方式は異なっても、出力が並列の関係を満たすように共通の端子に出力される点は、実施の形態1及び2と同じであるから、前述したのと同様の効果が得られるのは、言うまでもない。

【0080】以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれらの例に何ら限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0081】例えば、実施の形態1又は2と実施の形態3を併用することも可能である。つまり、実施の形態3の方式で小型セルを複数個直列につなぎ、目標とする出力電圧値に近い値にあらかじめ調整された出力を、実施

の形態 1 又は 2 の電圧調節回路の入力として用いるのである。

【0082】この併用方式によれば、実施の形態 1 又は 2 の側からみると、目標とする出力電圧値に近い値に調整された電圧が入力されるので、電圧調節回路の負担が小さくなり、電圧調節のために費やされるエネルギーの損失が小さくなるという利点がある。実施の形態 3 の側からみると、最終的には電圧は電圧調節回路によって同一電圧に調節されるので、各層の電池マトリックスの出力電圧を厳密に一致させる必要がない。従って、直列段数及び小型セルへの分割数をかなり自由に選択できるという利点がある。

【0083】また、本発明は、太陽電池からなる電源装置ばかりでなく、化学電池等あらゆる電池からなる電源装置、例えば、鉛蓄電池等からなる非常用電源装置や燃料電池からなる発電装置に対して、効果的に適用可能である。

【0084】いずれの電池においても、起電力や電池一個あたりの出力電流が比較的小さく限られるため、実際の使用では多数の電池が直列及び／又は並列に接続されて用いられることが多い。しかも、製作条件、経年変化、充電状態や電池活物質の供給速度などの動作条件等の相違により、各電池の起電力と出力電流がともに相違している。以上のように、電池からなる電源装置は一般に太陽電池からなる電源装置と共通した問題点を抱えているからである。

【0085】

【発明の作用効果】本発明によれば、出力電圧及び出力電流が異なる複数の電池の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように共通の端子に出力される。

【0086】複数の電池の出力が並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、出力電流が小さい電池が電源全体の内部抵抗を増大させ、出力電流を制限してしまうという不都合がない。

【0087】また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が生じることもない。

【0088】タンデム型太陽電池に応用した場合には、夏期と冬期、日中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限し光電エネルギー変換効率が低下するという不都合がない。

【0089】また、積層された各タンデム光電変換素子からの出力電流を互いに等しくする必要がないので、各タンデム光電変換素子に対し、太陽光を最大効率で利用できるように光吸収波長特性を割り当てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に基づく電源装置を示す概略構成図である。

【図 2】電圧調整回路の一例である昇圧型チョッパ方式レギュレータの回路を示す概略図である。

【図 3】本発明の実施の形態 2 に基づく電源装置を示す概略構成図である。

【図 4】本発明の実施の形態 3 に基づく電源装置を示す概略構成図である。

【図 5】小型セルによる電池マトリックスの配線パターンを示す概略平面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 3 で用いるのに適した直列段数変更回路を示す概略図である。

【図 7】同、別の直列段数変更回路を示す概略図である。

【図 8】すべての波長の光を均等に含む光が太陽電池に入射した場合に、光エネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。

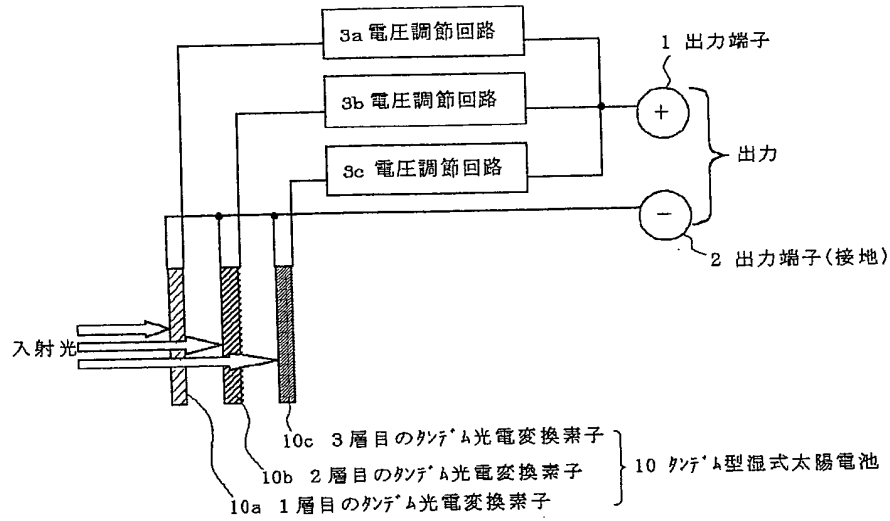
【図 9】湿式太陽電池の一例の概略断面図 (a) 及び湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフ (b) である。

【図 10】湿式太陽電池によるタンデム型太陽電池の一例の概略断面図 (a) 及びタンデム型湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフ (b) である。

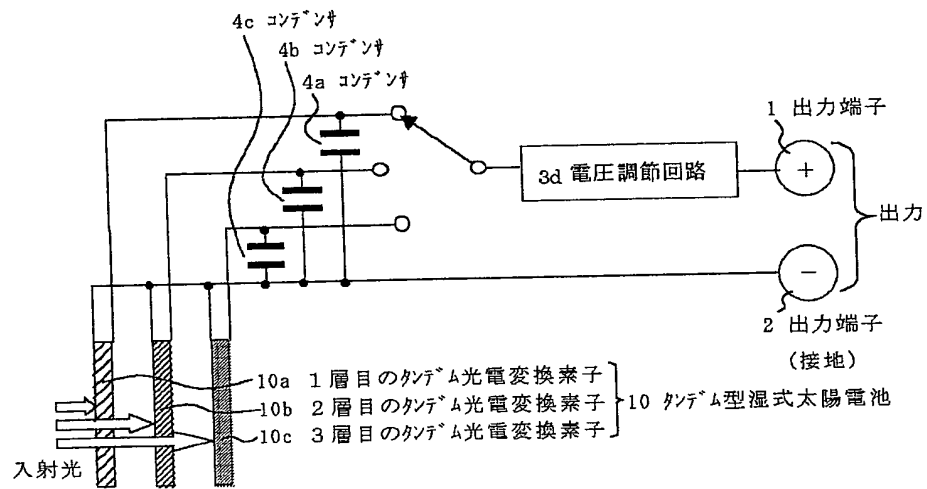
【符号の説明】

1…出力端子、2…出力端子（接地側）、3a、3b、3c、3d…電圧調整回路、4a、4b、4c…コンデンサ、5a、5b、5c…直列段数設定回路、6a、6b、6c…小型セル、7a、7b、7c…出力端子、8a、8b、8c…出力端子（接地側）、10…タンデム型湿式太陽電池、10a、10b、10c…タンデム光電変換素子、11…ガラスなどの透明基板、12、12a、12b、12c…ITO (Indium Tin Oxide) などの透明電極、13、13a、13b、13c…端子、14、14a、14b、14c…酸化チタンTiO<sub>2</sub>などの半導体層、15、15a、15b、15c…光増感色素等の光吸収物質、16、16a、16b、16c…電解質層、17、17a、17b、17c…対向電極、18…封止材、19…基板、20…スペーサ、51…入力端子、52、54…接地端子、53…出力端子、55…コイル、56…スイッチングトランジスタ、57…ダイオード、58…コンデンサ、59…制御回路、61…小型セル、62…スライドスイッチ、63…出力端子（3段直列）、64、66…出力端子（接地側）、65…出力端子（4段直列）、72、73、74、75、76…トランジスタ、72a、73a、74a、75a、76a…制御入力端子、77…出力端子、78…出力端子（接地側）、81、82、83…小型セル

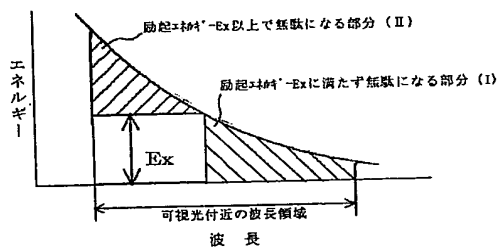
【図1】



【図3】

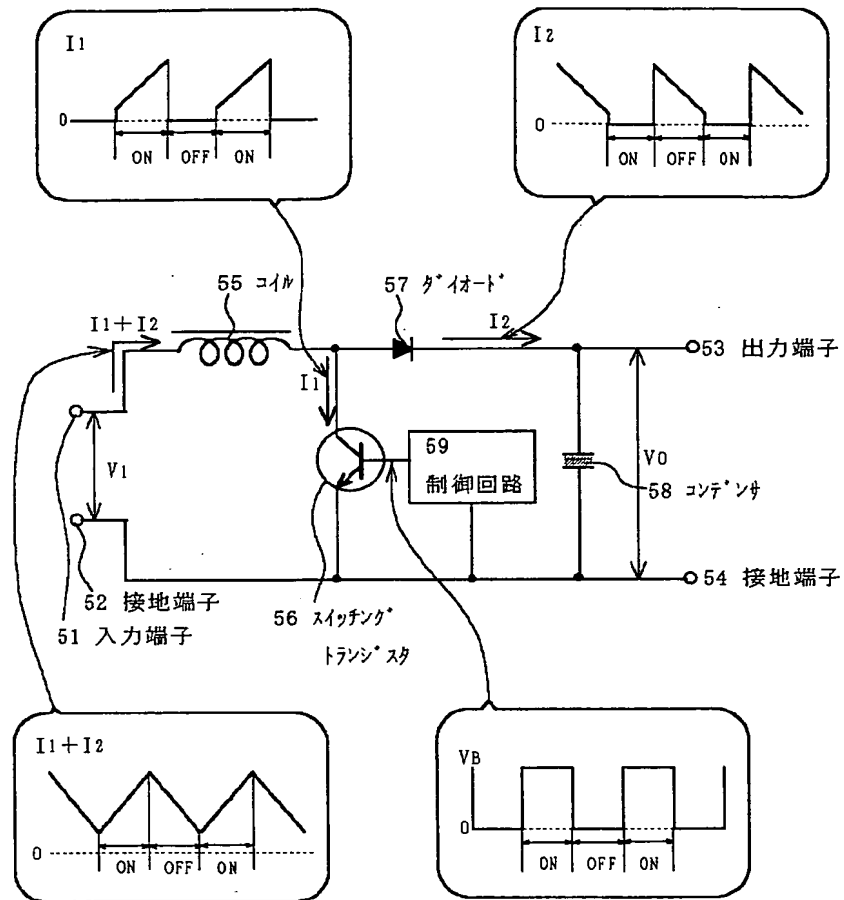


【図8】



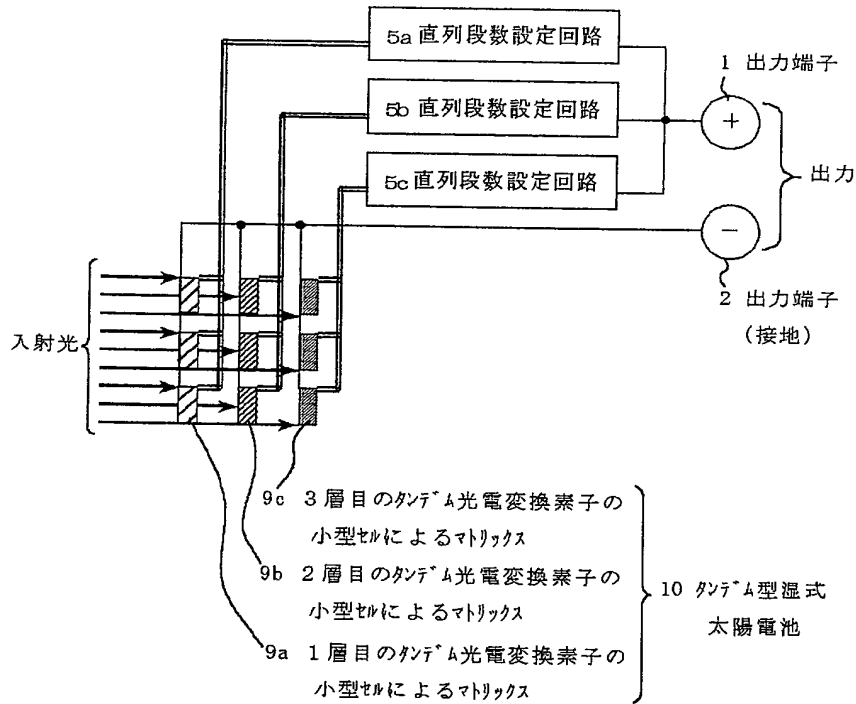
【図2】

電圧調節回路の例（昇圧型チョップパ方式定電圧回路）



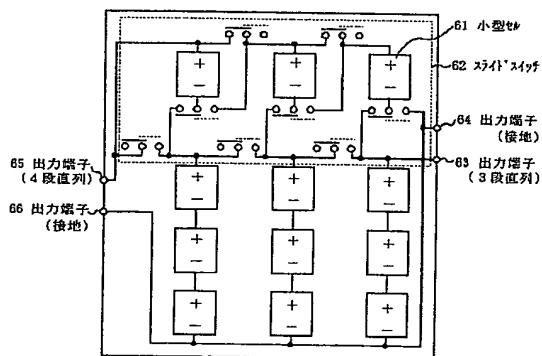
【図4】

## 電圧調節の方法



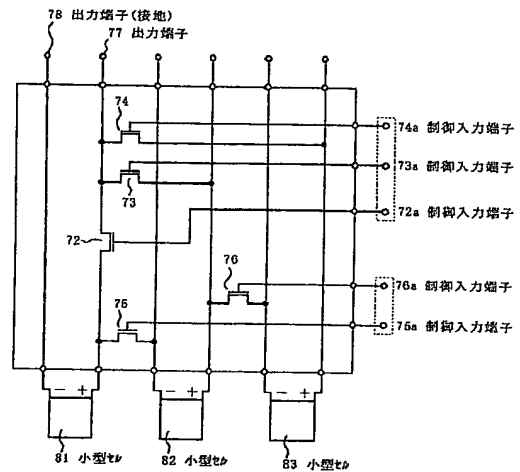
【図6】

## 直列段数変更回路



【図7】

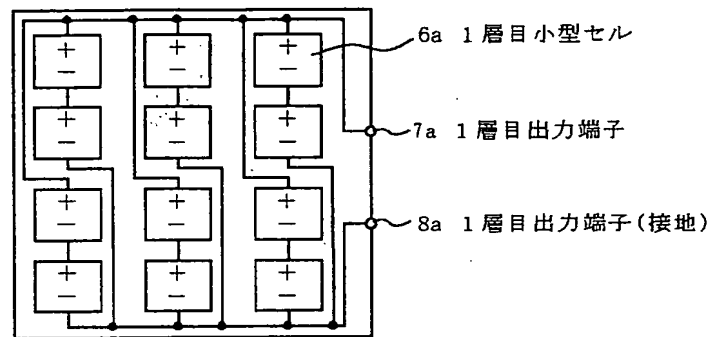
## 直列段数変更回路



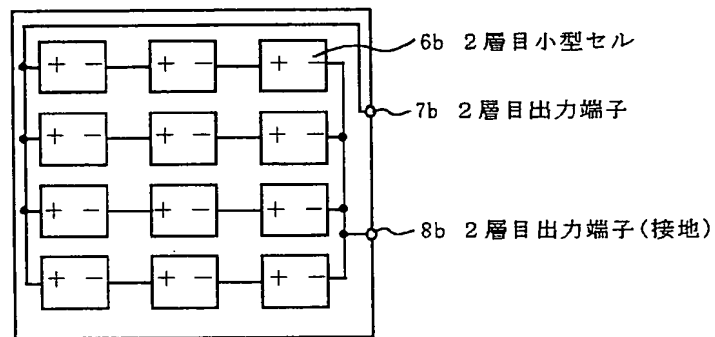
【図5】

## 電池マトリックスの配線パターン

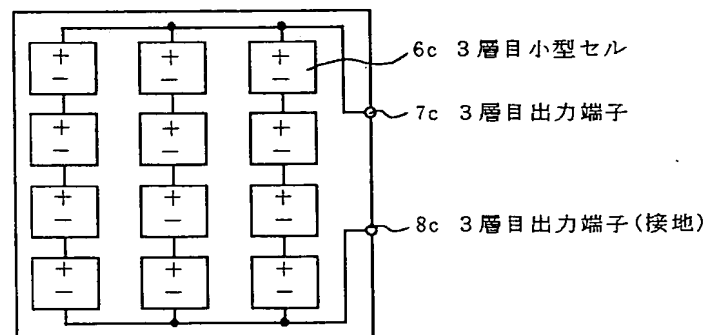
## 1層目電池マトリックス



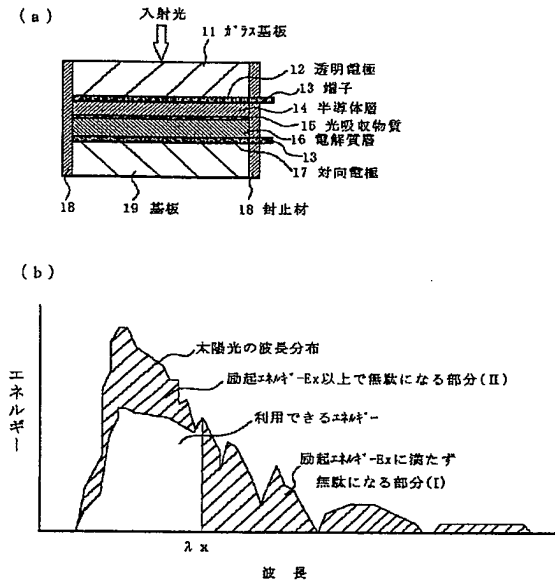
## 2層目電池マトリックス



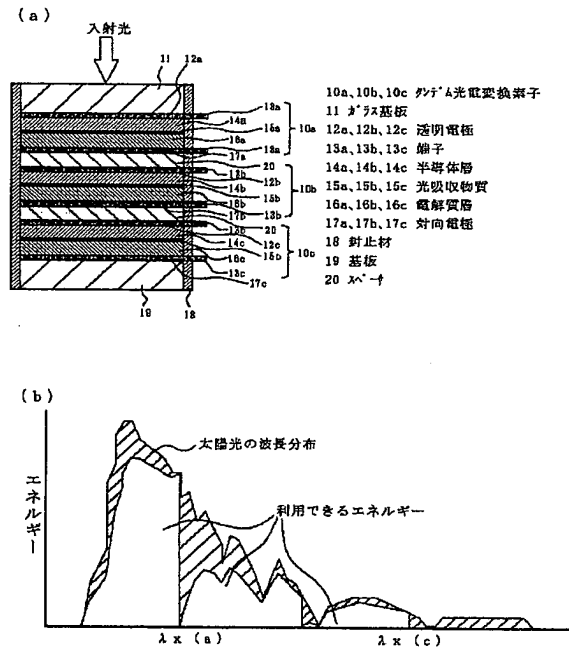
## 3層目電池マトリックス



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F051 JA06 JA08 KA01 KA03 KA10  
 5G003 AA06 BA04 DA02 GA01 GB03  
 5H032 AA06 AS06 AS16 BB08 CC27  
 CC28